

김 정 부

한전기술연구원

임 응 권*

한전기술연구원

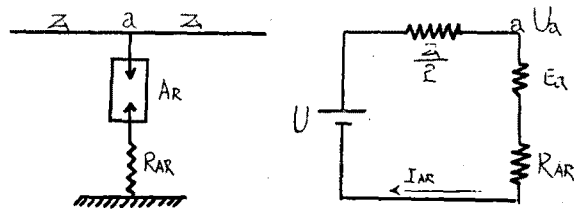
1. 서론

22.9KV-Y 배전선로에서는 뇌서어지등을 보호하기 위해 피뢰기를 중요기기등에 설치 운전되고 있다. 그러나 22.9KV-Y 배전선로는 중성선이 있기 때문에 중성선을 고락하여 피뢰기 설치효과를 계산된 논문은 발표된적이 없고 오직 지면 뇌서어지를 전위선에 전파시를 가정하여 피뢰기 설치효과를 검토(1, 2)하여왔다. 따라서 피뢰기의 접지는 중성선과 공용접지하는 방안으로 검토하여 현재 한전실계 기준도 중성선과 공용접지하도록 되어 있다. 그러나 22.9KV-Y 배전선로에서는 지면 뇌분만 아니라 유도뇌도 대상(3-5)으로 하기 때문에 피뢰기 설치시 중성선의 영향을 고려해야 한다. 따라서 본 논문은 22.9KV-Y 선로에서 중성선을 감안한 피뢰기 설치효과를 계산하여 피뢰기 접지실계를 개선하는데 주목적을 두었다.

2. 계산 원리

22.9KV-Y 선로는 중성선이 있어 이를 보

함한 피뢰기 설치효과를 검토한 문헌은 아직 발표된적이 없다. 그러나 가공지선의 설치효과 계산원리(6)를 응용하면 계산할수가 있다. 여기서 1개의 배전선로에 피뢰기가 설치하여 유도뇌 서어지가 피뢰기에 방전하면 이의 과정을 그림 1과 같이 표시할수가 있고 이때 a점의 서어즈 U_a 및 피뢰기 방전전류 I_{AR} 은



(1) 避雷器設置시의 서어즈 (2) 避雷器放電시의 等価回路

- AR : 避雷器
- R_{AR} : 避雷器接地抵抗
- Z : 線路 서어즈 임피던스
- U : 誘導용 서어즈
- U_a : 避雷器放電시의 a점의 서어즈
- E_a : 避雷器의 制限電圧
- I_{AR} : 避雷器放電電流

나 圖 避雷器放電시의 誘導용 서어즈와 等価回路

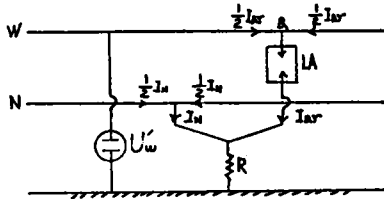
$$U_a = U - \frac{Z}{2} I_{AR} \quad \text{--- (1)}$$

$$I_{AR} = \frac{U - E_a}{\frac{Z}{2} + R_{AR}} \quad \text{--- (2)}$$

로 표시할 수가 있다.

3. 공용시 딱퇴기 설치 효과

22.9KV-Y 선로에서 딱퇴기 접지를 중성선과 공용시 유도된 써어즈 U_w 가 딱퇴기 방전시 a 점의 써어즈 U_w' 의 관계를 그림 2의 같이 도식적으로 표시할 수가 있으며



가 2 22.9KV-Y 廻路용 設置回路

딱퇴기가 방전시 상도체 유도된 변위분 ΔU_{AR} 과 중성선에는 접지에 접지전류 I_N 이 흘러서 상도체의 유도된 변위분 ΔU_N 은

$$\left. \begin{aligned} \Delta U_{AR} &= -Z_w \frac{1}{2} I_{Ar} \\ \Delta U_N &= -Z_N \frac{1}{2} I_N \end{aligned} \right\} \text{--- (3)}$$

그리고 중성선과 딱퇴기가 존재하지 않을 때 유도된 전압 U_w 는 중성선과 딱퇴기에 의해서 상도체에 발생된 유도된 전압 U_w' 는

$$\begin{aligned} U_w' &= U_w + \Delta U_N + \Delta U_{AR} \\ &= U_w - \frac{1}{2} Z_w I_N - \frac{1}{2} Z_w I_{Ar} \text{--- (4)} \end{aligned}$$

(4)식에서 I_N 과 I_{Ar} 를 구하기 위하여서는 중성선과 상도체의 유도된 전압 U_N 과 U_w 가 접지저항 R 을 통해 방전시의 과정은 다음 식을 유도할 수가 있다.

$$U_N - \frac{1}{2} Z_N I_N - \frac{1}{2} Z_N I_{Ar} = (I_{Ar} + I_N) R \text{--- (5)}$$

$$U_w - \frac{1}{2} Z_w I_N - \frac{1}{2} Z_w I_{Ar} - E_a = (I_{Ar} + I_N) R$$

이식에서 I_N 과 I_{Ar} 를 구해 (4)식에 대입 하면 유도된 써어즈 U_w 를 다음식과 같이

$$U_w = \frac{E_a}{1 - \frac{Z_N I_N}{h_w} (h_N B - Ah_w) - \frac{Z_w}{h_w} (h_w C - h_N A)}$$

..... (6)

$$\text{단 } A = 2R + Z_N I_N \quad B = 2R + Z_w \quad C = 2R + Z_w$$

h_w : 상도체의 지상고

h_N : 중성선의 상도체

딱퇴기 설치점 부근에서 뇌써어즈가 어느 지 U_a 이상으로 초과할 수 있는 발생회수 N_{va} 는

$$N_{va} = \frac{KI}{U_w} \text{--- (7)}$$

또 딱퇴기를 설치하지 않았을 때 U_a 를 초과하는 뇌써어즈 발생회수 N 은

$$N = N_r + N_d = \frac{KI}{U_a} \text{--- (8)}$$

단 N_r : 유도된 발생회수 (회/km/년)

N_d : 직격된 발생회수 (✓)

즉 딱퇴기를 설치하여 이의 설치점 a 의 근처에서 U_a 를 초과하는 뇌써어즈에 대한 억제율 Y_a 는

$$Y_a = \frac{N - N_{va}}{N} \text{--- (9)}$$

그리고 U_a 를 초과하는 유도된 써어즈에 대한 딱퇴기 억제율 Y_{ar} 은

$$\begin{aligned} Y_{ar} &= \frac{N - N_{va}}{N_r} \\ &= 1 - \frac{U_a I_d}{K_1} \text{--- (10)} \end{aligned}$$

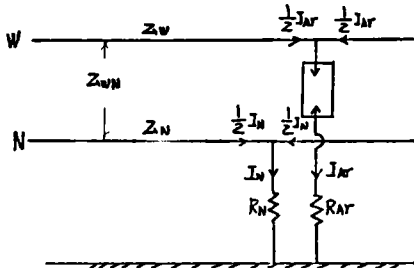
따라서 중성선과 공용접지시 딱퇴기에 의한 뇌 및 유도 써어즈 억제율은 표 7과 같다.

가 3 迴路용 써어즈 抑制率 (共通接地)

L(km)	125		150		180	
	抑制率	抑制率	抑制率	抑制率	抑制率	抑制率
10	0.39	1.00	0.41	1.00	0.41	1.00
20	0.70	1.00	0.82	1.00	0.84	1.00
25	0.75	1.00	0.79	1.00	0.81	1.00
30	0.72	1.00	0.75	1.00	0.78	1.00
40	0.65	1.00	0.69	1.00	0.72	1.00
50	0.60	0.94	0.64	1.00	0.67	1.00
60	0.54	0.86	0.59	1.00	0.62	1.00
70	0.50	0.78	0.55	1.00	0.58	1.00
80	0.46	0.72	0.51	0.98	0.55	1.00
90	0.42	0.66	0.48	0.97	0.52	1.00
100	0.39	0.61	0.45	0.81	0.49	1.00

4. 피뢰기와 중성선과 본리접지

22.9KV-Y 선로는 중성선이 있기 때문에 상도체와 중성선에 유도되기가 유리시에는 유도되 써어즈가 접지점에 도달하면 그림 3과 같이 접지저항에 방전전류가 흐른다.



3 22.9KV-Y 送電線의 中性線 分離接地

이때 상도체의 유도되 변화 U_a 는

$$U_a = U_w + \Delta U_N + \Delta I_A R_A$$

$$= U_w - \frac{1}{2} I_N Z_{WN} - \frac{1}{2} I_{AR} Z_W \quad (11)$$

I_N 과 I_{AR} 를 구하기 위해서는 그림 3에서 다음식을 계산할 수가 있다.

$$U_N - \frac{1}{2} Z_{NN} I_N - \frac{1}{2} Z_{NN} I_{AR} = I_N R_N \quad (12)$$

$$U_W - \frac{1}{2} Z_{WN} I_N - \frac{1}{2} Z_{WN} I_{AR} - E_a = I_{AR} R_{AR}$$

식(12)에서 I_N 과 I_{AR} 를 구해 (11)식에 대입하면

$$U_w = \frac{U_a + (Z_{WN} - Z_{WB}) \frac{E_a}{\Delta}}{1 - \frac{Z_{WN}}{\Delta h w} (h n A - h w Z_{WN}) - \frac{Z_W}{\Delta h w} (h w B - h n Z_{WN})} \quad (13)$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} A & Z_{WN} \\ Z_{WN} & B \end{vmatrix}$$

$$A = (2R_{AR} + Z_N) \quad B = (2R_W + Z_N)$$

따라서 중성점 본리시 뇌써어즈 억제율 R_a 는 (13)식을 (8)식에 대입하면 구할 수가 있고, 유도되 써어즈 억제율 R_{ar} 은 (10)식에서 구한 결과는 표 2와 같다.

2 22.9KV-Y 送電線의 中性線 分離時 送電線 써어즈 抑制率 (R_N = 50Ω)

L _N (km)	125		150		180	
	Y _A	Y _R	Y _A	Y _R	Y _A	Y _R
10	102	100	100	100	100	100
20	110	100	110	100	110	100
25	115	100	115	100	115	100
30	120	100	120	100	120	100
40	130	100	130	100	130	100
50	140	100	140	100	140	100
60	150	100	150	100	150	100
70	160	100	160	100	160	100
80	170	100	170	100	170	100
90	180	100	180	100	180	100
100	190	100	190	100	190	100

5. 계산결과 검토

22.9KV-Y 배전선로는 FTR 권선 BIL 은 125KV 이므로 중성선 접지 $R_N = 50\Omega$ 시 피뢰기 접지저항이 30Ω일때는 유도되 써어즈 억제율은 공유시 70% 본리시 100%이므로 중요기기에 피뢰기 설치시에는 단독접지해야 한다. 그리고 현 한전 피뢰기 접지저항이 25Ω이 되어 있으나 30Ω으로 하여도 큰 문제점은 없을것 같다.

6. 결론

현 22.9KV-Y 배전선로에 피뢰기는 중성선과 본리접지해야 하고 만약 피뢰기를 공용 접지시에는 피뢰기 설치구간의 양쪽에 접지 (50Ω 이하) 설계해야 할것이다. 그러나 본 이론은 최초로 피뢰기 접지시 중성선의 영향을 감안하여 계산할수 있는 알고리즘을 제시하였으나 실제 과도특성을 감안한 연구가 계속되어야 할것이다.

참고 문헌

1. Investigation and Evaluation of

Lightning Protective Methods for
Distribution Circuits.

Part I : Model Study and Analysis.

Part II : Application and Evaluation.

: Task Force Report

2. A Method of Estimating Lightning
Performance of Distribution Lines.
: J.M Clayton, A.R. Hilman 1954,
Aug, AIEE.
3. EIL 도 작성 및 배전선 내뢰 설계 (1차
중간보고) : 1985. 6, 기술연구원.
임 용혁, 오 광현.
4. 22.9KV-Y선로에서 유도 뇌에 대한 가공
지선 효과 : 85년 하계학회 논문,
김 정부, 임 용혁.
5. 배전선 내뢰 대책과 이상 전압추진 :
태외귀국 보고. 85년. 임 용혁.
6. 배전선의 내뢰설계에 관한 연구 : 전
력중앙 63037, 1964.